

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：34428

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2022～2023

課題番号：22K20073

研究課題名（和文）沖縄県伊良部島の架橋に伴う地下水の送水が農業と水環境に与える影響の解明

研究課題名（英文）Transformation of the water environment due to the construction of a bridge in Irabu Island, Okinawa Prefecture.

研究代表者

大谷 侑也（OTANI, YUYA）

摂南大学・国際学部・講師

研究者番号：10964231

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：伊良部島では2015年から宮古島本島からの橋を介した送水が開始されているが農水管パイプの敷設は島内全域には至っておらず、現状では天水、ため池、井戸水に頼らざるを得ない状況であることがわかった。今後の整備によってマンゴー等の温室を使った施設栽培等が可能になると考えられる。住民意識の変化に関する調査では、生活環境の改善を始めとしたプラス影響が多く聞かれた。一方で「船上でのふれあい、情報交換の場の喪失」の声も聞かれ、集落の「個人主義化」が進んだと語るインフォーマントも確認された。2024年の聞き取り調査の結果は分析中であり、完了次第、2018年の結果と比較し6年間の住民意識の変化を検討する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで架橋による送水が離島の農業や水環境に与える影響を検討した例はほぼ見られなかった。今回の調査から送水開始後の水環境の変化を記録することができた。また、観光業の著しい発展や、隣接する下地島空港への民間航空会社の乗り入れ開始等、ダイナミックな変化が起きている伊良部島における架橋後の住民意識の変化を調べた研究は見当たらない。一方、今回の結果から、架橋は生活環境の改善といったプラスの影響だけでなく、観光業の発展による弊害や島民の個人主義の加速等が引き起こされていることがわかった。以上の結果は数多くの島嶼を有し、複数の架橋計画が進む日本において、架橋による農業や住民への影響予測に貢献するであろう。

研究成果の概要（英文）：On Irabu Island, water supply via a bridge from Miyakojima began in 2015, but many fields on the island have not yet been equipped with drainage facilities and are still dependent on rainwater, reservoirs, and wells. Currently, there has been no significant impact on the island's agricultural water environment due to the water supply. In addition, interviews regarding changes in residents' awareness revealed many positive impacts, including improvements in the living environment. The results of the 2024 survey are currently being analyzed, and once completed, will be compared to the 2018 results to examine changes in residents' attitudes over the six-year period.

研究分野：地理学

キーワード：伊良部島 宮古島 架橋化 水環境 島嶼農業 地下ダム 住民意識の変化

1. 研究開始当初の背景

研究対象地域の宮古列島は6つの島(宮古島、伊良部島、下地島、池間島、来間島、大神島)からなり、沖縄本島から南西に約290kmの場所に位置する(図1)。宮古列島は150万年前に隆起を開始し、50万年前~20万年前に島の周囲や浅瀬に堆積したサンゴ礁がさらに隆起してできた平坦な島である。その中心に位置する宮古島(以下、本島)の人口は約49,000人、伊良部島には約5,000人が居住し、両島の総面積は約159km²で、その約6割が耕地として利用されている。

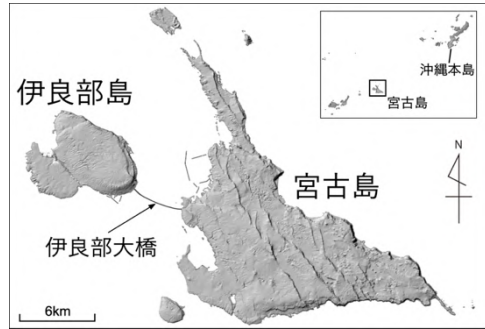


図1 調査対象地域

宮古列島の平均降水量は年間2,100mmと全国平均を上回るが、島の地層の上層には非常に透水性の高い琉球石灰岩があり、下層には透水性の低い島尻泥岩層があるため(図2)、降水の多くは直ちに地下に浸透して地下水となり、そのあと難透水性の島尻泥岩層に阻まれる。したがって、降水の一部は地下水として地下水

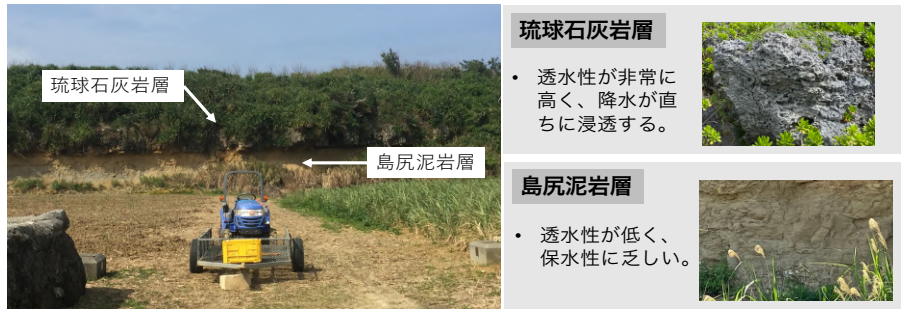


図2 宮古島の地層が見られる露頭(左図)および両地層の概略(右図)。

盆に貯留されるが、そのほとんどが海へと流出するため、河川や湖沼は形成されない。このように宮古列島は水資源に乏しいことから洞窟湧水の水くみが女性と子供の日課であり、また農業用水は雨水に依存していたことから干ばつの被害が多く、1971年の大干ばつ(185日間の降水量162mm)では、サトウキビの収穫量が1970

年の5.91t/10aから、1.24t/10aまでに減少するなど、深刻な状況に陥ることもあった。

・本島の地下ダム建設と農業用水の確保の経緯

上述した宮古列島の地質環境に起因する水不足を解消するために「地下ダム」建設構想が打ち出された。地下ダムとは地下水流域の末端に近い部分の石灰岩層に、コンクリート製の杭を泥岩層まで届くように打ち込み、地下水をせき止めることで水を貯留する方法である(図3)。そして1998年に農業用水源としては日本初となる地下ダム(皆福地下ダム)が竣工した。これにより本島では地下水による大規模なかん漑が可能となり、従来のサトウキビに加えて、タバコ、カボチャ、マンゴー等の作物や果樹の栽培が可能となった。

・本島—伊良部島間の架橋化による水環境の変容

地下ダムの建設により本島の水不足は大きく改善された。しかし、近接する伊良部島は地質構造上、地下ダムを作ることができない。これは、伊良部島の地下水位が海水位よりも低く、海水が地下水へと流入し、その比重の差によって帯水層の上層が淡水、下層に海水が溜まる「淡水レンズ」が形成されるためである。したがって伊良部島の農業は、降水と小規模なため池に依存し、慢性的な水不足に悩まされていた。また栽培作物種においても依然としてサトウキビの生産が大半を占める状況であった。そのような状況の中、2015年に本島と伊良部島を結ぶ全長3,540mの「伊良部大橋」が建設された。

予備的な調査では農家へのインタビューの中で、「以前のサトウキビ畑での灌水作業は重いホースを担いで行う必要があり大変な重労働であったが、地下ダム完成後はスプリンクラーでのかん水が可能となり、重労働から解放された。」という声が聞かれた。一方、伊良部島に実際に訪れた際に目の当たりにしたのは、従来のかん水方法による重労働と栽培作物種の少なさ、そしてサトウキビの生育状況の悪さであった。このような状況が、伊良部大橋を介して送水される水資源によってどのような変化がもたらされているのかを調査し記録する必要があると考えた。また、沖縄県古宇利島の架橋化による住民の意識を調査した例(前畑 2011)があるが、観光業の著しい発展に伴うホテルやアパート等の建設ラッシュ、伊良部島に隣接する下地島空港への民間航空会社の乗り入れ開始等、ダイナミックな変化が起きている伊良部島における架橋後の住民意識の変化を調べた研究は見当たらない。

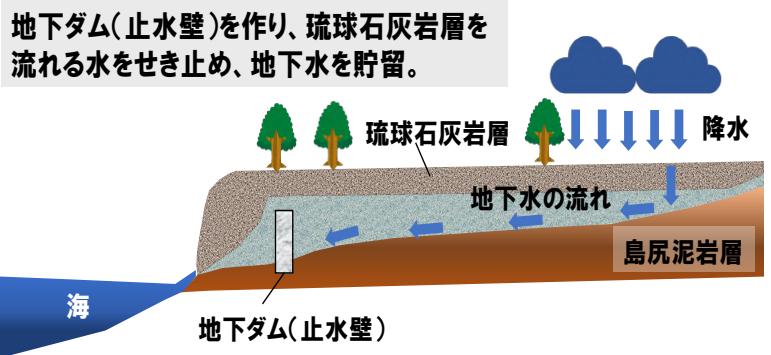


図3 地下ダムの概念図

2. 研究の目的

伊良部大橋には情報ケーブルや電力線の他に、上水パイプと農水パイプ（図 4）が敷設され、本島の地下ダムで貯水された地下水を橋のパイプを通して伊良部島に送水することが可能となった。本研究の目的は、この本島からの地下水資源の送水にともなう、伊良部島の農業水環境の変容を明らかにすることである。一方、予備調査における島民との会話のなかでは生活環境の改善をはじめとした様々な意見が聞かれる中で、架橋によって本島—伊良部島を結ぶ定期連絡船が廃止され、船上でのふれあいや情報交換の場の喪失を嘆く声が多く聞かれた。本研究ではこのような島民の様々な意見を聞き取り調査により抽出し、架橋後の島民の意識の変容についても明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では伊良部島で調査を行い、架橋による本島からの地下水の送水が島の水環境や島民意識に与える影響について検討する。具体的な調査項目は以下の 2 点である。

- ① 島内に送水された地下水の畑地への配水量やサトウキビの生育状況の把握
- ② 架橋による島民意識の変化

①については、農業水利事業所と農村整備課に聞き取り調査を行った。②については 2018 年 10 月、2022 年 3 月、2024 年の 2 月に島民約 170 名に聞き取り調査を行った。聞き取りは非構造化インタビュー方式（質問内容を特に定めず、非調査者の考えを引き出す方式）により行った。

4. 研究成果

・宮古本島からの地下ダム地下水の送水

調査の結果、宮古本島の仲原地下ダム、保良地下ダムで貯水された地下水が送水路を通して伊良部島へと送水されていることがわかった。本島から送水された水は伊良部島の牧山ファームポンド（牧山 FP）（有効貯水量：15,962m³）に貯水され、その後、各農地へと送水されていた。図 4 に本島の地下ダムから牧山 FP への 1 ヶ月毎の流入量積算値の推移を示す。なお、2015 年度は伊良部大橋を介した送水が開始された 5 月からのデータとなっている。2015 年 5 月の送水開始から 4 ヶ月間の流入量は約 29,000 m³～40,000 m³だったが、2015 年の 8 月には 66,113 m³を記録した。また送水開始後 4 ヶ月間を除いた集計期間中の最高値は 2018 年 8 月の 88,410 m³であり、最低値は 2016 年 2 月の 61,529 m³であった。

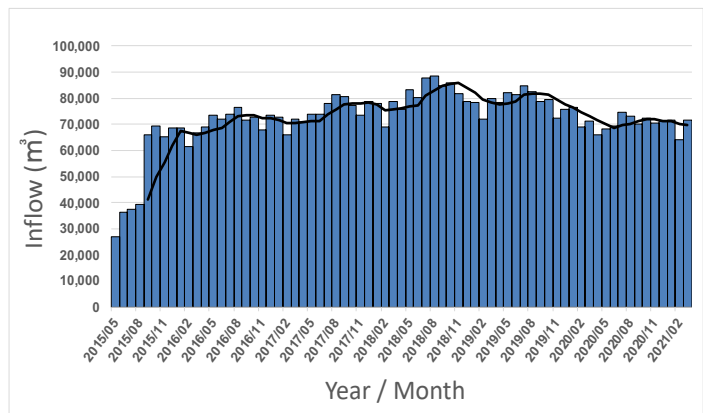


図4 伊良部地区（牧山FP）流入量積算値の推移

2016 年 1 月から 2020 年 12 月までの月別の平均流入量積算値は、1 月は約 75,000 m³であり 2 月に減少した後 3 月から 8 月にかけて増加傾向にあることがわかった。1 年間の内、流入量が最も多いのが 8 月であることから、この増加傾向は夏植え、春植えサトウキビへのかん水のための水需要の増大が反映されているものと考えられる。

また、2015 年度から 2020 年度までの年度毎の流入量の積算値では 2015～2018 年度までの流入量は増加傾向にあったが、2019 年度、2020 年度は送水開始後初の減少に転じた。この要因としてコロナウィルスによる作物需要の低下による水需要の減少が要因と考えられる。

・配水池からのかん漑用水利用

現地調査の結果、伊良部島島内には 3 種類（Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅲ型）の給水施設があり（図 5）、それぞれ農地へのかん水に利用されていることがわかった。以下に 3 種類の給水施設の特徴を示す。Ⅰ型（スプリンクラー）（図 5:a）は畑地内に管を設置し固定の大型スプリンクラーから散水する。牧山 FP からのⅠ型給水は 2022 年時点では魚口地区の 0.46km²のみである。Ⅱ型（図 5:b）は給水栓にパイプ、ホース等を接続してかん漑される。現状、ため池の水と井戸水からの供給のみであり、使用曜日が決まっている。Ⅱ型（図 5:c）は 16～50ha につき一箇所設置されており、水道料金は 500L で 10 円である。Ⅰ型～Ⅲ型の内、本島の地下ダムから送水された水を使用しているのはⅠ型とⅢ型のみである。Ⅰ型のスプリンクラーによるかん水は 2022 年時点で伊良部島中央部の魚口地区のみで実施されており、今後、島内における農水管が拡充され次第、順次普及が進んでいくと考えられる。またⅢ型給水施設の利用も確認されたが、軽トラックにタンクを積み、水を貯めて自らの畑地に運搬する必要があるため労力がかかり、比較的大きな農地へのかん水にはあまり適さない。一方、Ⅱ型給水施設の水源はため池の水や井戸水から供給されているが、島内の 25 個のため池の内、少なくとも 4 つのため池が枯渇している状況が確認された。これはメンテナンス不足による漏水や、天水による水の供給よりもため池内の蒸発量が上回っている可能性があり、ため池からⅡ型への安定的な送水が難しくなっていることがわかった。

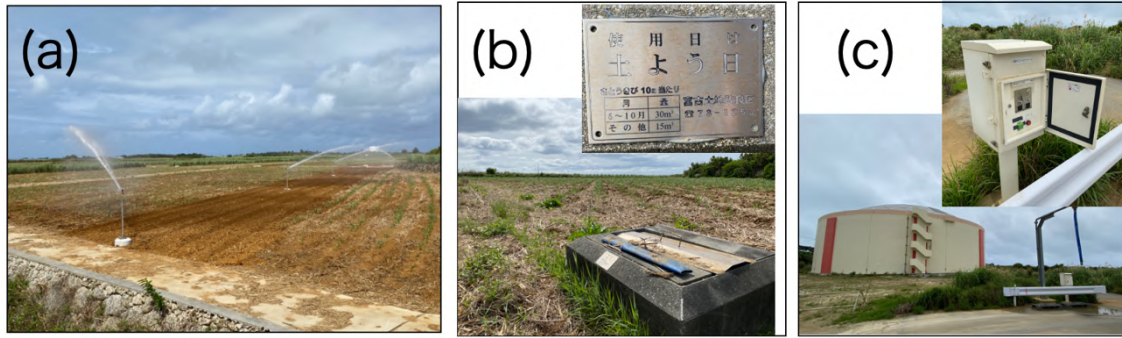


図 5 伊良部島島内における畑地への給水施設

・架橋による住民意識の変化に関する聞き取り調査の結果

(1) 個人レベルでのプラス影響

表 1 に 2018 年 10 月に実施した島民への聞き取り調査の結果を示す（以下、括弧内はインフォーマントから得られた意見の数を示す）。まず個人レベルにおいて、いつでも本島に出かけられる「随時移動 (37)」が認められ、本島へ行く際には絶えず付随していたフェリーの時間制約からの解放が強く認識されていることがわかる。また、体力的負担が少なく宮古本島と楽に往復できるという「時間短縮、労力削減 (15)」が抽出された。架橋前は宮古空港行きの最終便に乗った場合、フェリーの運航時間に間に合わず、本島で一泊してから伊良部島に帰る必要があったが、架橋によってその問題は解消された（・宮古最終便での帰島可能化 (2)）。しかし、高い移動性の向上が認められるものの、一般に架橋化のメリットとして挙げられるフェリー料金の負担減・コスト軽減が見出されない点は注目される。

架橋化の影響が日々の暮らしにいかに浸透しているのかを派生（間接影響）としてまとめた。まずいつでも病院にいける「病院へのアクセス改善 (21)」が抽出された。架橋前は深夜に急患が出た際、まず島内の診療所に向かい、対応不可となった場合は船をチャーターし、本島の病院に向かう必要があり、そのチャーター代は往復約 3 万円と高額であった。またフェリーの出航時間や強風による「海象制約解消 (8)」が認められる。「島ちゃび（離島苦）」の代表的なものとして挙げられる医療体制の不備や、海象制約が解消されたことにより、日常生活の精神的負担が軽減されていると考えられる。

インフォーマントが特に熱心に語ったのは「出産環境改善 (7)」であった。架橋前、出産予定日に近づくると本島の病院に入院する必要があったことに加え、島内において日中に陣痛が来た場合、フェリーで本島の病院へ移送していた。またフェリー内で出産した例も聞かれた。フェリーの運航時間外に陣痛が来た場合、船のチャーターが必要であり、海が時化していて船が出せない場合は、赤ちゃんを取り上げた経験のある地域の高齢者に来てもらい、自宅出産を行ったり、それも難しい場合は海上保安庁のヘリで輸送した例もあった。架橋後は、陣痛時には本島からの救急車で移送され、設備の整った病院での出産が可能になり、島内における出生率上昇への期待の声も聞かれた。

(2) 家レベルでのプラス影響

家レベルでのプラス影響として、宮古本島に居住する「家族の帰省増加 (3)」をはじめ、「本島在住子息・孫との交流増加 (2)」が確認された。また、船を使わずに通学が可能になったことによる「通学環境改善 (2)」や、本島の高校への通学が容易になり、学科の選択肢も増えたことによる「学校選択肢の増加 (1)」、船の最終便の時間を気にする必要がなくなったことによる「部活動の時間増加 (2)」、図書館へ容易に行けるようになったことによる「学習環境の改善 (1)」が確認された。また、「施錠心がけ (7)」は観光客が増えたことによる治安悪化を懸念したものである。

(3) 産業面のプラス影響

共通するプラス面のなかで、【直接影響】に該当するものでは、農水産物の輸送や商店・飲食店の仕入れ時における「随時輸送、随時仕入れ (9)」が多く聞かれた。農業においては、輸送コスト軽減による「肥料価格の下落 (1)」や伊良部大橋に農水管パイプが併設されたことによる「本島からの農業用水送水に対する期待 (8)」が確認された。漁業においては「仕入れ時間短縮による鮮度保持 (2)」、「輸送コストの下落 (1)」の声が聞かれたが、売り上げの上昇は現状ではあまりないとの意見があった。

農業・漁業よりは商業において、その拡大を示す影響が数多く抽出された。これには島内観光・海水浴・ドライブを目的とした観光客の急増が関わっており、「観光客増加に対する期待 (10)」、「売上増加 (6)」、「顧客増加 (4)」などいずれも従事者からの高い評価があった。

(4) 個人レベルでのマイナス影響

個人レベルのマイナス影響では直接影響として、「利便性の低下 (4)」が挙げられる。これはフェリーという交通手段がなくなったことで、車を所有しない、または運転ができない高齢者が本島へ行きづらくなったことに起因すると考えられる。間接影響では、島外から持ち込まれたものとして、レンタカーや観光バスの「騒音増大 (4)」がある。

(5) 家庭レベルでのマイナス影響

観光開発によって地価が高騰したことによる「家賃上昇 (3)」が認められた。また、子供が本島にいつでも遊びに行けることによる「子育て環境の悪化 (1)」や、歓楽街へのアクセシビリティの向上による「飲酒量の増加 (1)」が浮上した。

(6) 集落レベルでのマイナス影響

集落レベルでは、19 項目のコミュニティ活動に支障となる影響が抽出された。まず島外から持ち込まれたものとして、日夜を問わず観光客が島を訪れることで生じる「治安悪化・懸念 (9)」、急増したレンタカーによる「交通量、事故危険性増加 (17)」、「観光客とのトラブル増加 (3)」といった暮らしの安全・安心が損なわれることを危惧した声が聞かれた。派生したマイナス影響として特に多く抽出されたのは「船上でのふれあい、情報交換の場の喪失 (24)」である。架橋前は船上で近況報告や地域に関わる様々な情報が交換されていた。架橋後、フェリーが廃止されたことで、集落の「個人主義化 (2)」が進んだと語るインフォーマントも確認された。

(7) 産業面でのマイナス影響

マイナスの直接影響に該当するものは見出されなかった。しかし、農業面では「農地縮小 (3)」、「黙認耕作地の縮小 (2)」や、漁業面においては「観光開発による海水汚濁 (2)」、「人材の本島への流出懸念 (2)」など、伊良部島の基幹産業である農業・漁業の経営環境悪化に関するものが確認され。また商業においても、小売業で著しい「島外競合による売上減少 (9)」、「地元客の減少 (2)」など島内消費形態の変化による経営環境の悪化を示す影響が抽出され、架橋により来島者が増えたにもかかわらず、それが安定収入に結びついていない状況がうかがい知れる。

表1 伊良部島島内における架橋後の住民意識に関する聞き取り調査の結果

	日常生活			
	個人	家 派生	集落 持ち込み	集落 派生
プラス影響	<ul style="list-style-type: none"> 時間短縮、労力削減 (15) 随時移動 (37) 宮古最終便での帰島可能化 (2) 	<ul style="list-style-type: none"> 施設心がけ (7) 家族の帰省増加 (3) 本島在住子息・孫との交流増加 (2) 通学環境改善 (2) 学校選択肢の増加 (1) 部活動の時間増加 (2) 学習環境の改善 (1) 	<ul style="list-style-type: none"> 観光客増加、活性化 (7) 	<ul style="list-style-type: none"> 島外交流促進 (3) 転入促進 (1)
マイナス影響	<ul style="list-style-type: none"> 病院へのアクセス改善 (21) 海象制約解消 (8) 安価商品の購買可能化 (5) 娯楽増加 (14) 空港へのアクセス改善 (1) 出産環境改善 (7) 職種選択肢の増加 (2) 	<ul style="list-style-type: none"> 家賃上昇 (3) 子育て環境の悪化 (1) 飲酒量の増加 (1) 	<ul style="list-style-type: none"> 治安悪化、懸念 (9) 観光客とのトラブル増加 (3) 移住者の増加 (2) 	<ul style="list-style-type: none"> 船上でのうわさ話の消失 (1) 交通量、事故危険性増加 (17) ゴミ増加 (4)
	<ul style="list-style-type: none"> 利便性の低下 (4) 	<ul style="list-style-type: none"> 騒音増大 (4) 	<ul style="list-style-type: none"> ホテル増加による水の過剰使用に起因する水不足への懸念 (3) 船上でのふれあい、情報交換の場の喪失 (24) 高校昇集停止に対する寂しさ (5) 移住者増加による行事規模の縮小 (1) 個人主義化 (2) 小売店売上減少への懸念 (7) 	<ul style="list-style-type: none"> 水質悪化 (2) 居住地の偏重化 (1) 遊泳地減少 (3) 島のアイデンティティ喪失懸念 (2)

	産業					
	共通	農業	漁業	加工	商業	他
プラス影響	<ul style="list-style-type: none"> 随時輸送、随時仕入れ (9) 	<ul style="list-style-type: none"> 本島からの農業用水送水に対する期待 (8) 肥料価格の下落 (1) 	<ul style="list-style-type: none"> 観光開発による需要増加への期待 (1) 輸送コストの下落 (1) 仕入れ時間短縮による鮮度保持 (2) 観光客増加に対する期待 (1) 	<ul style="list-style-type: none"> 売上増加 (2) 	<ul style="list-style-type: none"> 他業種参入によるリスク分散 (1) 観光客増加に対する期待 (10) 売上増加 (6) 顧客増加 (4) 従業員確保の易化 (1) 仕入れ価格の下落 (1) 	<ul style="list-style-type: none"> 通勤形態の創出 (1) 若者への期待 (1) 空港新設に対する期待 (5) 観光開発による雇用増加への期待 (3) 仕入れ先の増加 (1) 施工業者確保の難化 (1)
マイナス影響		<ul style="list-style-type: none"> 観光開発による農地縮小 (3) 黙認耕作地の縮小 (2) 	<ul style="list-style-type: none"> 観光開発による海水汚濁 (2) 人材の本島への流出懸念 (2) 港の活気減少 (1) 		<ul style="list-style-type: none"> 島外競合による売上減少 (9) 燃料船舶輸送に対する補助停止 (1) 店舗規模の縮小 (2) 地元客の減少 (2) 従業員確保の難化 (1) 	

注) 括弧内の数字は聞き取り件数 (重複解答) を示す。

まとめ

2015 年から宮古島本島からの橋を介した送水が開始されているが、島の多くの畑地には未だ排水施設が整備されておらず、天水、ため池、井戸水に依存している状況であることがわかった。そのため、現状、送水開始による伊良部島内の農業の水環境への大きな影響は認められないが、今後の排水施設の整備によって宮古本島で可能となったマンゴーや温室を使った施設栽培が可能となると考えられる。

また住民意識の変化に関する聞き取り調査では、架橋後の伊良部島における人・物の恒常的移動がどのような影響をもたらすのかをプラス・マイナス影響に分け、把握することを試みた。今回の調査では架橋によって特に小売店 (ガソリンスタンド、商店) への悪影響が著しいことが推察された。この 2 業種のインフォーマントへのインタビュー時には特に嫌悪感を含んだ口調で架橋化を語っていたことが印象的であった。今後はこれら影響の大きい小売店の売上の推移や、また農地面積の縮小等の定量的なデータを取得し、議論を行いたい。また 2024 年に実施した聞き取り調査の結果は現在、集計・分析中であり、これを完了させ次第、2018 年の結果と比較し 6 年間の住民意識の変化を検討する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Yuya OTANI
2. 発表標題 Elucidating the impact of groundwater supply from the construction of inter-island bridges on agriculture and the water environment, Irabu island, Japan.
3. 学会等名 The international Geographical Union Thematic Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------